

GALILEU E A CRENÇA NA SIMPLICIDADE

João Barbosa¹

O historiador e filósofo da ciência Gerald Holton desenvolveu (a partir dos anos 60 do século XX) uma análise que designou por análise *thematica*. Por *themata* entende Holton os pressupostos invariantes (existentes em conceitos, em métodos e em hipóteses) que determinam de forma complexa, embora quase sempre implícita e muitas vezes inconsciente, o trabalho dos cientistas ao nível individual e da comunidade científica no seu todo. Segundo Holton, os *themata* constroem ou estimulam, impedem ou potenciam, estabelecem uma orientação normativa ou determinam uma polarização específica da investigação desenvolvida por um determinado cientista ou por uma comunidade científica numa determinada época. São pressupostos culturais, enraizados no contexto histórico-social em que os cientistas vivem, cristalizados numa visão pessoal ou comunitária do mundo. Num determinado contexto há sempre certos *themata* dominantes que, posteriormente, podem deixar de o ser por razões muito diversas. No entanto, apesar desta variabilidade quanto à sua influência, os *themata* podem perdurar durante séculos e mesmo milénios, manifestando-se de diferentes formas. A adesão de um cientista a um *thema* acontece, segundo Holton, nos anos mais jovens da sua vida, inscrevendo-se na sua dinâmica psicológica individual e na sua história de vida particular. Essa adesão ao *thema* enquanto pressuposto cultural dá-lhe uma dimensão psicológica. Os *themata* tendem assim a perdurar ao longo de toda a vida, determinando uma forma pessoal de ver o mundo e de fazer ciência.

Uma leitura da obra de Galileu permite identificar alguns *themata* estruturantes da sua obra científica, tais como: perfeição, simplicidade, circularidade (primazia da circunferência), uniformidade, unidade, governo divino do mundo (*themata conceptuais*); parcimónia lógica (economia), uso de modelos, quantificação, experiência (*themata metodológicos*); heliocentrismo (*themata preposicional* ou *hipótese thematic*).

¹ Centro de Filosofia das Ciências da Universidade de Lisboa.

Seguindo de perto o que Gerald Holton apresentou na obra *Einstein, History, and Other Passions* (1996), vejamos como alguns destes *themata* parecem ter actuado na obra de Galileu. Em particular, vejamos como o mesmo enquadramento *thematico* levou o mesmo homem (Galileu) a acertar e a errar.

Primeiro caso: a adesão ao modelo heliocêntrico de Copérnico

No ano de 1609, temporalmente distanciados apenas por alguns meses, Thomas Harriot, em Inglaterra, e Galileu, em Itália, apontaram pela primeira vez os seus telescópios para a Lua. Ambos *viram* irregularidades na sua superfície, mas as imagens ópticas conseguidas não eram suficientemente definidas para se perceber imediatamente e sem margem para dúvidas a que correspondiam tais irregularidades. Galileu *imaginou-as* como montanhas e crateras, enquanto que Harriot não conseguiu explicá-las e só em 1610, depois de ler o livro em que Galileu apresentou e ilustrou as suas observações, *Sidereus Nuncius*, é que Harriot passou também a *ver* montanhas e crateras na superfície lunar.

Por que razão as mesmas imagens ópticas, conseguidas quase em simultâneo e com instrumentos idênticos, foram interpretadas de formas tão distintas? A diferença de ampliação dos telescópios utilizados por Galileu e Harriot (o de Harriot ampliava 6 vezes e o de Galileu ampliava 20) não explica o facto. A verdade é que, em esboços que ilustram observações posteriores à leitura da obra de Galileu, Harriot passou a desenhar crateras e montanhas, apesar de ter olhado pelo mesmo telescópio utilizado antes. A explicação parece ser outra.

Como mostrou o historiador de arte Samuel Edgerton (1984), a Inglaterra do tempo de Harriot estava muito atrasada nas artes visuais, nomeadamente no que diz respeito ao conhecimento da perspectiva. Pelo contrário, na Florença de Galileu, havia uma verdadeira paixão pela perspectiva linear e pelas suas regras e modos de construção. O olhar de Harriot estava, pois, muito distante do olhar de Galileu. O contexto artístico em que, na juventude, Galileu treinara o olhar e o domínio, que era o seu, das técnicas de perspectiva claro-escuro, teriam habilitado Galileu com uma grande capacidade de imaginar elementos tridimensionais, cuja existência só mais tarde viria a ser confirmada.

Além disso, se seguirmos as indicações de Holton, Harriot não via inicialmente as crateras e montanhas porque estava limitado pelo antigo pressuposto *thematico* da distinção ontológica entre mundo terrestre (irregular e imperfeito) e mundo celeste (regular e perfeito). O que observava ao telescópio não se encaixava neste *thema* e, por essa razão, não viu, nem podia ter visto, as ditas crateras e montanhas. Pelo contrário, a adesão de Galileu ao modelo coperniciano, que coloca a Terra no mundo celeste em movimento, libertava-o de qualquer distinção ontológica de raiz *thematica*. Galileu tinha, pois, o caminho desimpedido para imaginar, por analogia, o que se passava na Lua a partir do que conhecia na Terra. Quer dizer, ao aderir ao modelo heliocêntrico de Copérnico, Galileu sacrificou o *thema* da perfeição (do mundo celeste). Mas fê-lo

porque, em sua vez, trabalhava já um outro *thema* – a unidade ontológica do Céu e da Terra, ou seja, a universalidade do mundo, o cosmos como universo, uma ontologia que corresponde a uma maior simplicidade.

E porque aderira Galileu ao modelo heliocêntrico de Copérnico? Do ponto de vista da física, nada jogava a favor do heliocentrismo em detrimento do geocentrismo. Tal como Galileu demonstrou, era impossível detectar o movimento terrestre (de rotação ou de translação) por via de alguma experiência física, nomeadamente mecânica. Ou seja: parece não haver qualquer razão «verdadeiramente científica» que justificasse a adesão de Galileu às ideias de Copérnico. É o que mostra Françoise Balibar (1988) quando afirma que não há uma razão física, mas metafísica (talvez possamos dizer também estética) para explicar essa preferência. Balibar recorda o excerto de um texto escrito por Galileu em 1615 ou 1616, em resposta ao Cardeal Bellarmini, seu inquisidor:

Presentemente, se para obter o mesmo efeito *ad unguem* [exactamente], tanto faz que só a Terra se mova enquanto todo o universo está parado, ou que só a Terra esteja imóvel enquanto todo o universo é animado do mesmo movimento, quem quererá acreditar que a natureza (que, na opinião de todos, não actua através de um grande número de coisas, quando tem a possibilidade de o fazer com poucas) tenha escolhido fazer moverem-se um número imenso de corpos muito vastos, e a uma velocidade inestimável, para alcançar o resultado que poderia ser obtido graças ao movimento de um só corpo em torno do seu próprio centro?

Galileu parece acreditar que a natureza funciona segundo um «princípio de economia», um «princípio minimalista», que lhe permite realizar o «menor esforço» possível nas suas acções.

A simplicidade seria assim mais um *thema* subjacente ao trabalho astronómico e físico de Galileu. Como diz Balibar, «a convicção de Galileu assenta, portanto, num argumento de simplicidade: é mais simples *para a natureza* (e não apenas para os astrónomos) fazer girar a Terra sobre o seu eixo, do que fazer girar todo o céu em volta da Terra!» (Balibar, 1988). Ora, se a natureza é simples, então a simplicidade de uma teoria pode ser indício da sua «verdade». Na perspectiva de Galileu (e ainda nas palavras de Balibar), «seguir a simplicidade do raciocínio é seguir a simplicidade da natureza». Por isso, modelos simples (representações mentais simples) poderão representar bem a natureza. E o modelo de Copérnico é incomparavelmente mais simples do que o de Ptolomeu...

Segundo caso: a recusa das elipses de Kepler

A palavra «planeta» significa «errante». Observados da Terra, os movimentos planetários são complexos e caóticos, com avanços, recuos e desvios que se opõem à simplicidade do movimento circular (aparente, sabemos hoje) das estrelas. Esta errância planetária nos céus era explicada, no sistema geocêntrico de Ptolomeu, com uma complexa geometria de epiciclos em que a circunferência era a figura fundamental

(a complexidade observada resultava de um elaborado jogo de circunferências perfeitas). Com o modelo heliocêntrico de Copérnico, a explicação tornou-se muito mais simples, o que não impediu que a circularidade se mantivesse como um *thema* inquestionável, a forma por excelência da geometria dos movimentos planetários – os planetas descreviam órbitas perfeitamente circulares em torno do Sol. Contudo, Kepler descobriu inesperadamente que era a fórmula matemática da elipse, e não do círculo, que permitia conjugar perfeitamente o modelo heliocêntrico de Copérnico com as observações das posições planetárias que Tycho Brahe realizara sistematicamente ao longo de duas décadas. Como todos os cientistas do seu tempo, Kepler acreditava na perfeição das órbitas circulares. Sentiu-se, por isso, profundamente abalado por ter de sacrificar essa crença na perfeição da circunferência (um *thema* conceptual milenar). Mas, perante as evidências, teve a ousadia de o fazer. Ao contrário de Galileu, que não foi capaz de se desembaraçar daquela antiquíssima preferência *thematica* pela circularidade.

A nova geometria orbital foi revelada pela observação instrumental cuidadosa e pela associação da matemática à observação instrumental, o que se encaixa perfeitamente nos *themata* metodológicos de Galileu. Apesar disso, Galileu não se deixou convencer (erradamente, sabemos hoje). À primeira vista, este apego de Galileu ao movimento circular (uniforme) é desconcertante. Ele parece marcar uma profunda contradição *thematica* na sua obra. Contudo, trata-se de uma persistente coerência metafísica e estética com o *thema* da simplicidade e o *thema* da perfeição. E que, curiosamente, conduziu Galileu a dois resultados opostos: num caso, à verdade (quando aderiu ao modelo de Copérnico); no outro, ao erro (quando não aderiu às elipses de Kepler).

Como explicar a sua animosidade pela elipse e a sua indiferença pelo trabalho de Kepler? Segundo o historiador de arte Erwin Panofsky (1956), a razão dessa animosidade e indiferença tem a sua origem no ambiente artístico em que Galileu cresceu e viveu.

Galileu via-se a si próprio como cientista, mas também como artista e crítico de arte, integrando-se activamente no efervescente meio artístico de Florença. A acreditar em Panofsky, as concepções puristas de simplicidade e harmonia – *themata* conceptuais de inspiração clássica – que dominavam a estética florentina daquele tempo, teriam influenciado de forma decisiva a obra científica de Galileu. Neste caso, a influência *thematica* teria sido infeliz: Galileu não teria podido aceitar imaginar os planetas a orbitar (não-uniformemente) ao longo de uma linha elíptica. Continuou, por isso, a imaginar que os aparentes movimentos errantes dos planetas eram movimentos circulares uniformes.

Por outro lado, as imagens da Lua que Galileu obtinha com a sua luneta, enquadradas na teoria metafísica da unidade ontológica da Terra e do Céu resultante da aceitação do modelo heliocêntrico, eram imagens ópticas, fisicamente observáveis. Com toda a força que possuem as imagens que os olhos conseguem repetidamente observar, elas impunham-se facilmente, como «inegável evidência» daquela unidade ontológica, apresentando-se simultaneamente como consequência e prova do novo modelo. Se o modelo de Copérnico estava certo, não apenas no plano matemático, mas também no

plano físico, então deveria ser possível observar manifestações físicas dessa unidade ontológica. E lá estavam elas: montes e vales no Céu, tal como na Terra. Tudo realmente visto com os olhos do corpo, de forma praticamente directa, uma vez que a mediação do instrumento se resumia à ampliação da imagem.

O modelo coperniciano foi posto à prova pela observação instrumental e esta confirmou-o (ou, pelo menos, diríamos depois de Popper, não o infirmou), pelo que havia mais uma boa razão (experimental) para a sua aceitação. Pelo contrário, a imagem (elíptica) que Kepler obteve das órbitas planetárias não era uma imagem óptica, directamente observável pelo sentido da visão, e, por isso, nunca poderia ter a força da evidência que só uma imagem visual consegue ter. Diz-se que uma imagem vale por mil palavras. Talvez valha também por mil cálculos. Talvez uma imagem visual, concreta, produzida com a luz que nos chega dos objectos, valha por mil imagens artificiais, abstractas, elaboradas a partir de cálculos (ainda que esses cálculos tenham sido feitos com dados de observação visual, recorrendo a instrumentos de medição rigorosa).

Estamos perante dois métodos de trabalho científico: por um lado, a utilização de imagens difusas mas concretas (ainda que obtidas com mediação instrumental); por outro, a utilização de imagens geometricamente bem definidas mas abstractas, resultantes de observações concretas interpretadas pela mediação matemática. No primeiro caso, à observação visual segue-se imediatamente a imaginação visual; no segundo caso, a observação visual e a imaginação visual são mediadas pela análise e interpretação matemática, mediação essa que pode criar uma certa desconfiança relativamente à imagem final que, no fundo, é matemática, geométrica, e não física, concreta.

Mas por que razão não aderiu Galileu às propostas de Kepler, se as mesmas resultaram de observação instrumental cuidadosa e da associação da matemática à observação instrumental, nova abordagem que se encaixa perfeitamente nas suas concepções metodológicas? Por que razão não considerou Galileu as evidências matemáticas de Kepler como uma prova de que alguma coisa estava errada no modelo de Copérnico?

A atitude de Galileu parece ser aquilo que Gerald Holton designa por «uma condescendente suspensão da dúvida»² (Holton, 1996) – a insistência de um cientista numa ideia, numa crença, perante indícios experimentais insuficientes ou mesmo contrários. Contra tudo o que seria racionalmente defensável, o cientista ignora certas evidências da observação. Como se, no seu íntimo, soubesse (embora sem o poder provar) que alguma coisa falha nessas evidências. Acredita (ou quer acreditar) que a sua ideia não é simples crença, acredita (ou quer acreditar) que conseguirá provar que a sua ideia está certa... Digamos que a circularidade uniforme dos movimentos planetários funciona aqui como orientação *thematica*. Por isso, Galileu esperaria que os resultados das observações relativas às órbitas se enquadrassem no modelo de Copérnico, confirmando-o (como aconteceu com as observações da superfície lunar).

² Holton serve-se aqui de uma conhecida expressão de Samuel Taylor Coleridge, numa discussão sobre poesia na *Biographia Literaria*.

Tal não aconteceu, quer quanto à geometria orbital, quer quanto às velocidades dos movimentos planetários. Mas Galileu, fiel à sua orientação *thematica*, não abandonou o seu pressuposto e, por essa razão, não se deixou entusiasmar com as propostas de Kepler.

A elipse não é tão simples como a circunferência e na hierarquia da complexidade geométrica é possível reduzir a elipse à circunferência (quando os focos coincidem). Talvez se pudesse mostrar que, na base da hierarquia da (aparente) complexidade dos movimentos planetários, estava a circunferência e o movimento circular uniforme (a maior simplicidade possível). Se a natureza é «minimalista», simples, então os movimentos não serão elípticos. Por outro lado, e a reforçar esta crença, se o raciocínio passar do plano metafísico para o plano estético, então, de acordo com os padrões neoclássicos de Galileu, a circunferência é a forma geométrica mais perfeita, seguramente mais perfeita do que a elipse, que é como que uma deformação da circunferência. Quer dizer, acreditar na elipse seria acreditar numa deformação estética. Em certo sentido, simplicidade e minimalismo identificam-se com perfeição. A crença na simplicidade (e na perfeição estética) da natureza parece, portanto, explicar novamente a atitude de Galileu perante uma realidade não evidente.

Segundo Holton (1996), este apego *thematico* à circularidade uniforme terá impedido Galileu de chegar à lei que hoje chamamos «Primeira Lei de Newton» – o movimento mais natural (isto é, sem influência de quaisquer forças) é uniforme, sim, mas rectilíneo (e não circular). Ou seja: o apego ao *thema* da circularidade e à hipótese de que o movimento circular uniforme é o mais simples, o mais simétrico, o mais natural e o mais perfeito dos movimentos, terá prejudicado, não apenas a astronomia, mas também a física de Galileu.

Conclusão

Podemos, pois, dizer que, em Galileu, a simplicidade, enquanto *thema* conceptual, condiciona simultaneamente a visão científica e a visão estética da realidade, funcionando como elemento integrador da sua mundividência. Se formos para além do nível individual e psicológico, se tratarmos a questão ao nível social, histórico e cultural, reconheceremos a simplicidade como um *thema* conceptual presente em dois domínios bem distintos: a ciência e a arte. O que confirma a ideia de Holton de que o mesmo *thema* está presente em diferentes domínios da cultura, ainda que assuma formas específicas em cada um desses domínios.

Num caso, o ambiente artístico em que Galileu se formou e viveu, conjugado com a sua adesão às ideias copernicianas e ao *thema* da simplicidade, foi capaz de produzir influências felizes e frutuosas na obra do cientista. Noutro caso, o mesmo ambiente artístico, com a mesma adesão às ideias copernicianas e ao *thema* da simplicidade, conduziu Galileu a uma persistência infeliz.

Em certos momentos, as interpretações das observações realizadas podem estar bem longe da objectividade que frequentemente se associa à actividade científica. A obra

de um cientista é também condicionada por pressupostos *thematicos* individuais ou culturalmente dominantes. Recordando Holton (1996), «o sentido atribuído a dados objectivos depende dos pressupostos do observador». E o apego a certos pressupostos pode conduzir à verdade, mas também ao erro.

Referências bibliográficas

- Balibar, F. (1988), *Einstein: Uma Leitura de Galileu e Newton*, trad. por Arlindo José Castanho, Edições 70, Lisboa.
- Edgerton Jr, S.Y. (1984), «Galileo, Florentine “Disegno” and the “Strange Spottednessep” of the Moon», *Art Journal* 44(3):225-232.
- Holton, G. (1973), *Thematic Origins of Scientific Thought. Kepler to Einstein*, Harvard University Press, Cambridge, Massachussets and London, England (2.^a ed. revista, 1988).
- Holton, G. (1975), «On the Role of Themata in Scientific Thought», *Science* 188:328-334.
- Holton, G. (1996), *Einstein, History, and Other Passions*, AIP Press, Woodbury, New York. Tradução portuguesa: *A Cultura Científica e os Seus Inimigos*, trad. por Fernando Henrique de Passos, Gradiva, Lisboa, 1998.
- Panofsky, E. (1956), «Galileo as a Critic of the Arts: Aesthetic Attitude and Scientific Thought», *Isis* 47:3-15.

